

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-095094

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H04R 17/00

H01L 41/09

(21)Application number : 2000-207729

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 10.07.2000

(72)Inventor : TAKESHIMA TETSUO

KISHIMOTO KENJI

YAMAMOTO TAKASHI

HAMADA KAZURO

(30)Priority

Priority number : 11207198

Priority date : 22.07.1999

Priority country : JP

## (54) PIEZOELECTRIC ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a piezoelectric electroacoustic transducer, capable of constituting a bimorph-type diaphragm by simple connecting structure by eliminating the mutual connection of a main surface electrode and internal electrode.

SOLUTION: Two or three piezoelectric ceramics layers 31 and 32 are laminated to form a laminated product, main surface electrodes 33 and 34 are formed on the front/rear surface of this laminated product, and an internal electrode 35 is formed between each of the layers 31 and 32. All the ceramics layers 31 and 32 are polarized in the same direction in the direction of thickness, and an alternating signal is impressed between the electrodes 33, 34 and the electrode 35 to allow the laminated product to generate bending oscillation as a whole.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成13年4月6日(2001. 4. 6)

U

C

(全 10 頁)

[最終頁に続く](#)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】2層または3層の圧電セラミックス層を積層して積層体が形成され、この積層体の表裏主面には主面電極が形成され、各セラミックス層の間には内部電極が形成され、すべてのセラミックス層は厚み方向において同一方向に分極されており、上記主面電極と内部電極との間に交番信号を印加することで、上記積層体は全体として屈曲振動を生じることを特徴とする圧電型電気音響変換器。

【請求項2】上記内部電極は積層体の端面に形成された端面電極と接続され、上記端面電極と2つの主面電極との間に交番信号が印加されることを特徴とする請求項1に記載の圧電型電気音響変換器。

【請求項3】上記積層体は3層のセラミックス層で構成され、中間のセラミックス層の厚みは、積層体の全体の厚みの50%～80%であることを特徴とする請求項1または2に記載の圧電型電気音響変換器。

【請求項4】上記積層体は電極膜を介して2層または3層のセラミックグリーンシートを積層し、同時に焼成して得られる焼結体よりなり、上記積層体の表裏主面に形成された主面電極間に電圧を印加することで、すべてのセラミックス層を厚み方向において同一方向に分極してなることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の圧電型電気音響変換器。

【請求項5】上記積層体は矩形板状に形成され、上記積層体が、下面に開口部を有し上面に放音穴を有するケースに收容され、上記積層体の対向する2辺が、上記ケースの内側面对向部に形成された支持部に支持剤により支持され、上記積層体の他の2辺と上記ケースの内側面との間の隙間が弾性封止剤により封止され、上記ケースの下面開口部が、上記積層体の主面電極と内部電極とに接続される外部接続用電極を有する裏蓋で閉じられていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電型電気音響変換器。

【請求項6】上記積層体は矩形板状に形成され、上記積層体が、上面に開口部を有し、上記積層体の主面電極と内部電極とに接続される外部接続用電極を有するケースに收容され、上記積層体の対向する2辺が、上記ケースの内側面对向部に形成された支持部に支持剤により固定され、上記積層体の他の2辺と上記ケースの内面との間の隙間が弾性封止剤により封止され、上記ケースの上面開口部が、放音穴を有する上蓋で閉じられていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電型電気音響変換器。

【請求項7】上記積層体は矩形板状に形成され、上記積層体が、下面に開口部を有し上面に放音穴を有するケースに收容され、上記積層体の4辺が、上記ケースの内側面に形成された支持部に支持剤により固定され、上記ケースの下面開口部が、上記積層体の主面電極と内部電極とに接続される外部接続用電極を有する裏蓋で閉じられ

ていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電型電気音響変換器。

【請求項8】上記積層体は矩形板状に形成され、上記積層体が、上面に開口部を有し、上記積層体の主面電極と内部電極とに接続される外部接続用電極を有するケースに收容され、上記積層体の4辺が、上記ケースの内側面に形成された支持部に支持剤により固定され、上記ケースの上面開口部が、放音穴を有する上蓋で閉じられていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電型電気音響変換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電受話器、圧電サウナ、圧電スピーカ、圧電ブザーなどの圧電型電気音響変換器、特にその振動板の構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、圧電受話器や圧電ブザーなどに圧電型電気音響変換器が広く用いられている。この種の圧電型電気音響変換器は、円形の圧電セラミック板の片面に円形の金属板を貼り付けてユニモルフ型振動板を構成し、この振動板の周縁部を円形のケースの中に支持し、ケースの開口部をカバーで閉鎖した構造のものが一般的である。しかしながら、ユニモルフ型振動板の場合、電圧印加によって外径が伸縮するセラミック板を、寸法変化しない金属板に接着して屈曲振動を得るものであるから、その変位量つまり音圧が小さいという欠点がある。

【0003】そこで、複数の圧電セラミックス層からなる積層構造のバイモルフ型振動板が提案されている（特開昭61-205100号公報）。この振動板は、複数のセラミックグリーンシートおよび複数の電極を積層し、同時に焼成して得られた焼結体を利用したものであり、振動板の振動を拘束しない位置に形成されたスルーホールにより、電極間を電氣的に接続している。そして、厚み方向に順に配置された第1および第2の振動領域が相互に逆方向に振動するように構成することで、ユニモルフ型に比べて大きな変位量つまり大きな音圧を得ることができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記バイモルフ型振動板の場合、例えば3層のセラミックス層からなる振動板を屈曲振動させようとする、上記公報の第17図に示すように、一方の主面の電極と一方の内部電極とをスルーホールを介して相互に接続し、他方の主面電極と他方の内部電極とをスルーホールを介して相互に接続した上、両者の間に交番電圧を印加する必要がある。そのため、主面電極と内部電極との間の複雑な相互接続が必要となり、コスト高になる可能性があった。

【0005】また、上記積層体に対して分極処理を行なう場合も、内部電極と表裏の主面電極との間に電圧を印加して分極しなければならない。例えば3層構造の振動

板の場合、上記公報の第 14 図に示すように、内部電極と導通する 2 個のスルーホールを接続用の電極でつなぎ、この接続用電極と表裏の主面電極との間に高電圧を印加して分極している。このように、従来のバイモルフ型振動板の場合、分極処理のために内部電極をスルーホールを介して外部に引き出す必要があり、接続用の電極を形成するなど、煩雑な処理を必要とするという欠点があった。

【0006】そこで、本発明の目的は、主面電極と内部電極との相互接続をなくし、簡単な接続構造でバイモルフ型振動板を構成できる圧電型電気音響変換器を得ることにある。また、他の目的は、分極処理を簡単に行なうことができる圧電型電気音響変換器を得ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、2 層または 3 層の圧電セラミックス層を積層して積層体が形成され、この積層体の表裏主面には主面電極が形成され、各セラミックス層の間には内部電極が形成され、すべてのセラミックス層は厚み方向において同一方向に分極されており、上記主面電極と内部電極との間に交番電圧を印加することで、上記積層体は全体として屈曲振動を生じることを特徴とする圧電型電気音響変換器を提供する。

【0008】本発明の積層体の場合、主面電極と内部電極との間に交番電圧を印加すれば、表側および裏側のセラミックス層に働く電界方向が厚み方向において逆方向になる。一方、分極方向は全てのセラミックス層が厚み方向において同一方向に向いている。圧電セラミックスは、分極方向と電界方向とが同一方向であれば平面方向に縮む性質を有し、分極方向と電界方向とが逆方向であれば平面方向に伸びる性質を有している。したがって、上記のように交番電圧を印加すれば、表側のセラミックス層が伸びた時、裏側のセラミックス層が縮み、全体として積層体は屈曲振動を生じることになる。この変位量はユニモルフ型振動板に比べて大きくなるので、音圧も増大する。

【0009】本発明では、表裏の主面電極を相互に接続し、これと内部電極との間に交番電圧を印加すれば、屈曲振動を発生させることができるので、従来のように主面電極と内部電極との間の複雑な相互接続が不要となり、構造が簡単になり、加工コストを低減できる。

【0010】請求項 2 のように、内部電極を積層体の端面に形成された端面電極と接続し、上記端面電極と 2 つの主面電極との間に交番電圧を印加するのが望ましい。この場合には、スルーホールなどの格別な加工を必要としない。

【0011】請求項 3 のように、積層体が 3 層のセラミックス層で構成されている場合、中間のセラミックス層の厚みを積層体の全体の厚みの 50%~80% とするのが望ましい。音圧を高めるには、積層体の積層数を増や

せばよいが、共振周波数により厚みが固定されている場合には、積層数も自由に増やすことができない。3 層構造の積層体の場合、2 つの内部電極の間には電位差がないので、中間層は屈曲振動には寄与せず、表側および裏側のセラミックス層のみが屈曲振動することになる。セラミックス層はその厚みが薄い程、変位量が大きい。そこで、積層体の全体の厚みを一定とし、中間層の厚みを表裏層の厚みに対して相対的に厚くすると、屈曲振動に寄与する表側および裏側のセラミックス層の厚みが相対的に薄くなり、大きな変位量が得られる。なお、中間層の厚みを大きくし過ぎると、表裏層の厚みが薄くなり過ぎ、強度が低下して大きな変位が得られない。そこで、中間層の厚みを全体の 50%~80% の範囲とすることで、大きな音圧を得ることができる。

【0012】請求項 4 のように、積層体は電極膜を介して 2 層または 3 層のセラミックグリーンシートを積層し、同時に焼成して得られる焼結体よりなり、積層体の表裏主面に形成された主面電極間に電圧を印加することで、すべてのセラミックス層を厚み方向において同一方向に分極するのが望ましい。すなわち、予め焼成し分極処理したセラミック板を複数枚積層接着して積層体を得ることも可能であるが、これでは積層体の厚みを薄くできず、音圧が小さい。これに対し、セラミックグリーンシートを電極膜を間にして積層し、同時焼成すれば、非常に薄い積層体を得ることができ、高い音圧を得ることができる。しかも、積層体の各セラミックス層の分極方向が同一方向に向いているので、その分極処理は、従来のように内部電極と主面電極との間に電圧を印加する必要がなく、表裏の主面電極の間に電圧を印加するだけでよく、分極処理が非常に簡単になる。

【0013】上記積層体をハウジング内に收容し、圧電受話器や圧電サウダのような発音体として用いる場合、請求項 5~8 に記載のような構造とすることができる。すなわち、請求項 5、6 は受話器としての用途に適した例であり、広いレンジの周波数に対応するため、共振領域以外の領域で使用される。そのため、積層体の振動エネルギーが比較的小さいので、積層体の対向する 2 辺だけをケースに支持し、他の 2 辺は弾性封止体で変位自在に封止した構造となっている。一方、請求項 7、8 は圧電サウダなどの用途に適した例であり、単一周波数での大音量に対応するため、共振領域で使用される。この場合には、積層体の振動エネルギーが非常に大きいので、積層体の 4 辺すべてをケースに支持した構造となっている。いずれの構造も、積層体の主面電極と内部電極とをリード線を使用せずにハウジングの外部に引き出すことができるので、表面実装部品として構成することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】図 1、図 2 は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第 1 実施例を示す。この圧電型電気

音響変換器は、円板状の振動板（積層体）１と、この振動板１を収容した円形のケース１０および裏蓋１１とで構成されている。ケース１０の上面には放音穴１２が形成され、下面開口部に裏蓋１１が接着されている。ケース１０の外周部の対称位置には、外部接続用端子１３、１４がインサート成形などにて固定され、端子１３、１４の一部はケース１０の内側に露出している。端子１３、１４の内側露出部に、振動板１の電極が導電性接着剤１５、１６によって電気的に接続されている。なお、導電性接着剤１５、１６を塗布した箇所以外の振動板１の外周部とケース１０との隙間は、シリコーンゴムなどの弾性封止剤（図示せず）で封止されている。

【００１５】振動板１は、図３、図４に示すようにＰＺＴなどからなる２層の圧電セラミックス層２、３を積層したものであり、振動板１の表裏主面には主面電極４、５が形成され、セラミックス層２、３の間には内部電極６が形成されている。２つのセラミックス層２、３は、図４に太線矢印で示すように厚み方向において同一方向に分極されている。

【００１６】この実施例では、表側の主面電極４と裏側の主面電極５は、振動板１の直径よりやや小さい円形に形成され、その引出電極４ａ、５ａが振動板１の外周縁まで引き出されている。内部電極６は主面電極４、５とほぼ対称形状に形成され、内部電極６の引出電極６ａは上記引出電極４ａ、５ａとほぼ対称位置へ引き出され、端面に設けられた端面電極７に接続されている。なお、端面電極７の一部は振動板１の表裏面まで引き出されている。上記引出電極４ａ、５ａは導電性接着剤１５によって端子１３と接続され、端面電極７は導電性接着剤１６によって端子１４と接続されている。そして、端子１３、１４の間に所定の交番電圧を印加することで、振動板１を屈曲振動させることができる。

【００１７】例えば一方の端子１３にマイナスの電圧、他方の端子１４にプラスの電圧を印加すると、図４の細線矢印で示す方向の電界が生じる。セラミックス層２、３は、分極方向と電界方向とが同一方向であれば平面方向に縮む性質を有し、分極方向と電界方向とが逆方向であれば平面方向に伸びる性質を有するので、表側のセラミックス層２は縮み、裏側のセラミックス層３は伸びることになる。そのため、振動板１は中心部が下方へ凸となるように屈曲する。端子１３、１４に印加する電圧を交番電圧とすれば、振動板１は周期的に屈曲振動を生じ、これによって大きな音圧の音を発生することができる。

【００１８】上記構成よりなる振動板１は次のような方法で製造される。すなわち、マザー基板状態のセラミックグリーンシートの表面に電極膜を印刷などの手法で所定のパターンに形成し、このセラミックグリーンシート１枚と、電極膜を形成していないセラミックグリーンシート１枚とを積層して圧着する。次に、この積層体から

振動板１に対応する形状に打ち抜き、あるいはカットする。次に、打ち抜きまたはカットされた積層体を同時焼成して焼結積層体を得る。次に、焼結積層体の表裏主面に主面電極を形成し、これら主面電極間に分極電圧を印加することで、積層体を構成する全てのセラミックス層を厚み方向において同一方向に分極する。その後、端面電極７などを形成し、振動板１を得る。

【００１９】上記製造方法では、積層されたマザー基板状態のセラミックグリーンシートを個別形状に打ち抜いた後、焼成し、その後で分極処理したが、積層されたセラミックグリーンシートを焼成した後、マザー基板状態で分極処理し、その後で個別形状にカットしてもよい。この場合には、焼結体をカットするために、レーザー加工などの公知の方法を用いればよい。

【００２０】図５、図６は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第２実施例を示す。図１、図２では、ケース１０に固定された端子１３、１４を用いて振動板１の電極を外部へ引き出したが、図５、図６ではリード線２０、２１を用いたものである。この場合には、リード線２０、２１が振動板１の裏面側の主面電極５と端面電極７とにそれぞれ半田や導電性接着剤などの接合剤２２、２３によって接続される。そのため、表裏の主面電極４、５を導電性接着剤を用いて相互に接続してもよいし、予め端面電極によって主面電極４、５を接続しておいてもよい。

【００２１】図７、図８は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第３実施例を示す。この圧電型電気音響変換器は、長方形の振動板（積層体）３０と、この振動板３０を収容した角形のケース４０および裏蓋４１とで構成されている。ケース４０の上面には放音穴４２が形成され、下面開口部に裏蓋４１が接着されている。ケース４０の対向する２辺の内側面には段差状の支持部４２ａ、４２ｂが形成され、これら支持部４２ａ、４２ｂ上に振動板３０の短辺側の２辺が接着剤などの支持剤４３ａ、４３ｂによって支持されている。ケース４０の支持部４２ａ、４２ｂを設けた側面とは異なる側面には、制動孔４８が形成されている。また、振動板３０の長辺側の２辺とケース４０との隙間はシリコーンゴムなどの弾性封止剤４４ａ、４４ｂによって封止されている。裏蓋４１の両端部表裏面には外部接続用電極４５ａ、４５ｂが形成されており、表裏の電極４５ａ、４５ｂは裏蓋４１の両端部側縁に形成されたスルーホール溝４６ａ、４６ｂの内面を介して相互に導通している。

【００２２】裏蓋４１をケース４０の下面開口部に接着した後、図８に示すようにスルーホール溝４６ａ、４６ｂから導電性接着剤４７ａ、４７ｂを流し込むことで、外部接続用電極４５ａ、４５ｂと振動板３０の電極とが相互に接続されるとともに、スルーホール溝４６ａ、４６ｂが閉じられる。これにより、圧電型電気音響変換器が完成する。

【0023】この実施例の振動板 30 は、図 9、図 10 に示すように、2 層の圧電セラミックス層 31、32 を積層したものであり、振動板 30 の表裏主面には主面電極 33、34 が形成され、セラミックス層 31、32 の間には内部電極 35 が形成されている。2 つのセラミックス層 31、32 は、図 10 に太線矢印で示すように厚み方向において同一方向に分極されている。

【0024】この実施例では、表側の主面電極 33 と裏側の主面電極 34 は、振動板 30 の短辺と同幅でかつ長辺よりやや短く形成され、その一端は振動板 30 の一方の短辺側端面に形成された端面電極 36 に接続されている。そのため、表裏の主面電極 33、34 は相互に接続されている。内部電極 35 は主面電極 33、34 とほぼ対称形状に形成され、内部電極 35 の一端は上記端面電極 36 と離れており、他端は振動板 30 の他方の短辺側端面に形成された端面電極 37 に接続されている。なお、振動板 30 の他方の短辺側端部の上下面には、端面電極 37 と導通する細幅な補助電極 38 が形成されている。

【0025】上記端面電極 36 または裏側の主面電極 34 は、図 8 のように導電性接着剤 47a によって外部接続用電極 45a と接続され、端面電極 37 は導電性接着剤 47b によって外部接続用電極 45b と接続されている。そして、外部接続用電極 45a、45b の間に所定の交番電圧を印加することで、振動板 30 を長さベンドイングモードで屈曲振動させることができる。すなわち、振動板 30 の短辺側両端部を支点とし、長手方向の中央部を最大振幅点として屈曲振動させることができる。

【0026】第 1 実施例のような円形振動板 1 の場合には、中心部のみが最大振幅点となるため、変位体積が小さく、音響変換効率が比較的低い。また、振動板 1 の周囲が拘束されるので、周波数が高くなり、低い周波数の圧電振動板を得ようとすれば、半径寸法が大きくなる。これに対し、第 3 実施例のような矩形振動板 30 の場合には、最大振幅点が長さ方向の中心線にそって存在するので、変位体積が大きく、高い音響変換効率を得ることができる。また、振動板 30 はその長さ方向両端部が固定されるが、その間の部分は弾性封止剤 44a、44b によって自由に変位できるので、円形の振動板に比べて低い周波数を得ることができる。逆に、同じ周波数を得るのであれば、寸法を小型化できる。

【0027】図 11 は、図 10 の変形例である、振動板の第 4 実施例を示す。図 10 では内部電極 35 が部分電極である例を示したが、図 11 では全面電極としたものである。この場合には、内部電極 35 が端面電極 36 側まで延びているので、内部電極 35 と端面電極 36 とが導通してしまう恐れがある。そこで、振動板 30' の端面にまず絶縁層 39 を形成し、その上に表裏の主面電極 33、34 を導通させる端面電極 36 を形成したもので

ある。これにより、内部電極 35 を全面電極とした場合でも、内部電極 35 と主面電極 33、34 とを確実に絶縁できる。

【0028】図 12 は振動板の第 5 実施例を示す。この実施例の振動板 50 は、3 層の圧電セラミックス層 51～53 を積層したものであり、振動板 50 の表裏面には主面電極 54、55 が形成され、各セラミックス層 51～53 の間には内部電極 56、57 が形成されている。3 つのセラミックス層 51～53 は太線矢印で示すように厚み方向において同一方向に分極されている。

【0029】この実施例の主面電極 54、55 は、図 10 と同様に振動板 50 の短辺と同幅でかつ長辺よりやや短く形成され、その一端は振動板 50 の一方の短辺側端面に形成された端面電極 58 に接続されている。そのため、表裏の主面電極 54、55 は相互に接続されている。内部電極 56、57 の一端は端面電極 58 と離れており、他端は振動板 50 の他方の短辺側端面に形成された端面電極 59 に接続されている。したがって、内部電極 56、57 も相互に接続されている。なお、振動板 50 の他方の短辺側端部の上下面には、端面電極 59 と導通する細幅な補助電極 59a が形成されている。

【0030】例えば、端面電極 58 にマイナスの電圧、端面電極 59 にプラスの電圧を印加すると、図 12 の細線矢印で示す方向の電界が生じる。この時、中間層であるセラミックス層 52 の両側に位置する内部電極 56、57 は同一電位であるため、電界が生じない。表側のセラミックス層 51 は分極方向と電界方向とが同一方向であるため平面方向に縮み、裏側のセラミックス層 52 は分極方向と電界方向とが逆方向であるため平面方向に伸びる。そして、中間層 52 は伸び縮みしない。そのため、振動板 50 は下方へ凸となるように屈曲する。端面電極 58、59 間に交番電圧を印加すれば、振動板 50 は周期的に屈曲振動を生じ、これによって大きな音圧の音を発生することができる。なお、図 12 では、内部電極 56、57 を部分電極としたが、図 11 のように全面電極としてもよい。

【0031】上記のような 3 層構造の振動板 50 の製造方法も、図 4 に示した 2 層構造の振動板 1 の製造方法と同様である。すなわち、マザー基板状態のセラミックグリーンシートの表面に電極膜を印刷などの手法で所定のパターンに形成し、このセラミックグリーンシートを 3 枚積層して圧着する。この積層体から振動板 50 に対応する形状に打ち抜きまたはカットし、この打ち抜きまたはカットされた積層体を同時焼成して焼結積層体を得る。次に、焼結積層体の表裏面に主面電極 54、55 を形成し、これら主面電極間に分極電圧を印加することで、積層体を構成する全てのセラミックス層 51～53 を厚み方向において同一方向に分極する。その後、端面電極 58、59 などを形成することで、振動板 50 を得る。この場合も、分極に際し、内部電極 56、57 と主

面電極 5 4, 5 5 とを相互に接続する必要がなく、表裏の主面電極 5 4, 5 5 間に電圧を印加するだけでよいので、分極処理が簡単である。

【0032】図 1 3 は振動板の第 6 実施例を示す。図 1 2 の実施例では 3 層のセラミックス層 5 1 ~ 5 3 がほぼ同一厚みである例を示したが、図 1 3 では中間のセラミックス層 5 2 を表裏のセラミックス層 5 1, 5 3 に比べて厚くしたものである。特に、中間のセラミックス層 5 2 の厚みは、振動板 5 0' の全体の厚みの 5 0 % ~ 8 0 % とするのが望ましい。なお、他の構造は図 1 2 と同様であるため、重複説明を省略する。

【0033】図 1 4 は中間セラミックス層 5 2 の厚みの割合を変化させた時の音圧の変化を示す。縦軸は 2 層構造の振動板 (図 1 0 参照) の音圧を 1 とした時の音圧の比率であり、横軸は振動板 5 0' の全体の厚みに対する中間セラミックス層 5 2 の厚みの割合を表す。なお、音圧は、振動板 5 0' の全体の厚みが一定で、かつ印加電圧が一定である条件で測定した。

【0034】図 1 4 から明らかなように、2 層に比べて 3 層の場合には音圧が上昇することが分かる。また、3 層すべてが同一厚みである場合 (3 3 %) に比べて、中間層の厚みを全体の 5 0 % ~ 8 0 % とした場合に、さらに音圧が上昇する。特に、中間層の厚みを全体の 6 0 % ~ 7 0 % とした場合に最大の音圧 (2 層に比べて 1. 6 倍) を得ることができる。したがって、積層数に制約がある場合に、中間層の厚みを大きくすることで、積層数を少なく (3 層) しながら、音圧を最大限まで上げることができる。

【0035】図 1 5 ~ 図 1 7 は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第 7 実施例であり、表面実装型の圧電受話器として構成した例を示す。この圧電受話器は、大略、長方形の振動板 (積層体) 3 0 と、この振動板 3 0 を収容した角形のケース 6 0 と、放音孔 6 9 を有する上蓋 6 8 とで構成されている。振動板 3 0 は図 9, 図 1 0 に示されたものと同様であるため、同一符号を付してある。ケース 6 0 は、例えば LCP (液晶ポリマー), SPS (シンジオタクチックポリスチレン), PPS (ポリフェニレンサルファイド), エポキシなどの耐熱性樹脂で形成され、上蓋 6 8 も液晶ポリマーまたはガラスエポキシなどの耐熱性材料あるいはセラミックスで形成されている。ケース 6 0 の上面には開口部 6 1 が形成され、この上面開口部 6 1 に上蓋 6 8 が接着されている。ケース 6 0 の対向する 2 辺の内側面には段差状の支持部 6 2 a, 6 2 b が形成され、これら支持部 6 2 a, 6 2 b の上面とケース 6 0 の外側面とに露出するように、外部接続用電極 6 3 a, 6 3 b がインサート成形されている。この外部接続用電極 6 3 a, 6 3 b としては、例えば Au, Sn メッキを施した Cu 合金、Fe などからなる金属端子で構成される。ケース 6 0 の支持部 6 2 a, 6 2 b を設けた側面とは異なる側面には、制動孔 6 4 が

形成されている。

【0036】振動板 3 0 の短辺側の 2 辺は、支持部 6 2 a, 6 2 b 上に接着剤などの支持剤 6 5 a, 6 5 b によって支持されている。また、振動板 3 0 の長辺側の 2 辺とケース 6 0 との隙間はシリコンゴムなどの弾性封止剤 6 6 a, 6 6 b によって封止されている。そして、振動板 3 0 の短辺側の 2 辺に設けられた端面電極 3 6, 3 7 は、導電ペースト 6 7 a, 6 7 b によって支持部 6 2 a, 6 2 b の上面に露出した外部接続用電極 6 3 a, 6 3 b とそれぞれ電氣的に接続されている。なお、支持剤 6 5 a, 6 5 b および弾性封止剤 6 6 a, 6 6 b の塗布は、導電ペースト 6 7 a, 6 7 b によって振動板 3 0 と外部接続用電極 6 3 a, 6 3 b とを接着した後で行う方がよい。そして、導電ペースト 6 7 a, 6 7 b、支持剤 6 5 a, 6 5 b および弾性封止剤 6 6 a, 6 6 b の加熱硬化は、同時に行ってもよい。

【0037】図 1 8 は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第 8 実施例であり、図 1 5 ~ 図 1 7 に示された例の変形例である。この実施例では、外部接続用電極 6 3 a, 6 3 b が、ケース 6 0 にインサートされたものではなく、別体に形成された金属端子をケース 6 0 の孔 6 0 a に挿入し、接着したものである。その他の構造は図 1 5 ~ 図 1 7 と同様であるから、同一部品には同一符号を付して説明を省略する。

【0038】図 1 9 ~ 図 2 1 は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第 9 実施例であり、表面実装型部品として構成した例を示す。この実施例では、図 1 5 ~ 図 1 7 におけるインサート端子よりなる外部接続用電極 6 3 a, 6 3 b に代えて、無電解湿式めっき法あるいはスパッタなどの乾式めっき法により形成した電極膜 6 3 c, 6 3 d としたものである。この例では、電極膜 6 3 c, 6 3 d がケース 6 0 の支持部 6 2 a, 6 2 b を設けた側部の外面から支持部 6 2 a, 6 2 b の上面にかけて連続的に形成されている。その他の構成は図 1 5 ~ 図 1 7 のものと同様であるから、同一部品には同一符号を付して説明を省略する。

【0039】なお、図 1 5 ~ 図 2 1 に示す実施例において、振動板としては、図 9, 図 1 0 に示された振動板 3 0 に限らず、図 1 1, 図 1 2, 図 1 3 に示された振動板 3 0', 5 0, 5 0' を用いることも可能である。

【0040】図 2 2 は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第 10 実施例である。この実施例は、図 7 に示す実施例の変形例であり、図 7 と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。図 2 2 は裏側から見た斜視図であり、ケース 4 0' の内側面全周に段差状の支持部 4 2 が形成されている。これら支持部 4 2 の頂面は同一高さに形成されており、支持部 4 2 上に振動板 3 0 の 4 辺全周が接着剤などの支持剤 4 3 によって支持されている。この実施例は、例えば圧電サウナなどの単一周波数での発音器として用いられるものであり、振動板 3 0 の全

周が支持剤43によって拘束されるが、振動板30を共振領域で使用することにより、強く励振させることができ、大音量を得ることができる。

【0041】図23は本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第1実施例である。この実施例は、図15～図17に示す実施例とほぼ同様な構造を有し、図15～図17と共通部分には同一符号を付して説明を省略する。この実施例では、角形のケース60の内側面全周に段差状の支持部62が形成され、振動板30の4辺すべてが支持部62に対して接着剤などの支持剤65によって支持されている。この実施例も、圧電サウダなどの単一周波数での発音器として用いられる例であり、振動板30は共振領域で使用される。

【0042】本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更が可能である。上記実施例では、振動板の端面に内部電極と導通する端面電極を形成し、この端面電極を介して外部へ引き出すようにしたが、これに限るものではない。すなわち、特開昭61-205100号公報のようにスルーホールを介して内部電極を外部へ引き出してもよいし、スリット状の溝あるいは穴を介して外部へ引き出してもよい。上記実施例の振動板1, 30, 30', 50, 50'の製造方法は、セラミックグリーンシートを電極膜を介して2枚または3枚積層し、この積層体を同時焼成して焼結積層体を得た後、この焼結積層体を分極処理するものであるが、この方法に代えて、予め焼成し分極処理した2枚または3枚の圧電セラミックス板を積層接着してもよい。ただし、積層後に焼成する前者の製造方法は、予め焼成したものを積層する後者の方法に比べて、振動板の厚みを格段に薄くでき、音圧を大きくできるので、前者の製造方法の方が音響変換効率に優れた振動板を得ることが可能である。本発明の振動板は、圧電セラミックス層のみで構成されたものに限らず、積層体の片面に金属フィルムや樹脂シートなどの補強シートを貼り付けてもよい。但し、この補強シートはユニモルフ型振動板の金属板とは異なり、積層体の割れなどを防止するためのものであり、積層体の屈曲振動を阻害しないものが望ましい。

#### 【0043】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、請求項1に記載の発明によれば、2層または3層の圧電セラミックス層からなる積層体の表裏面に主面電極を形成し、各セラミックス層の間に内部電極を形成し、すべてのセラミックス層を厚み方向において同一方向に分極したので、主面電極と内部電極との間に交番信号を印加すれば、表側と裏側のセラミックス層が逆方向に伸縮し、全体として積層体が屈曲振動を生じることになる。この変位量はユニモルフ型振動板に比べて大きくなるので、音圧も増大する。また、すべてのセラミックス層が厚み方向において同一方向に分極されているので、従来のよう

な主面電極と内部電極との間の複雑な相互接続が不要であり、主面電極と内部電極との間に交番信号を印加するだけでよく、構造が簡単で、製造コストを低減できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第1実施例の外観斜視図である。

【図2】図1に示す圧電型電気音響変換器の縦断面図である。

【図3】図1の圧電型電気音響変換器に用いられる振動板の斜視図である。

【図4】図3に示す振動板の縦断面図である。

【図5】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第2実施例の外観斜視図である。

【図6】図5に示す圧電型電気音響変換器の縦断面図である。

【図7】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第3実施例を裏側から見た分解斜視図である。

【図8】図7の圧電型電気音響変換器の断面図である。

【図9】図7の圧電型電気音響変換器に用いられる振動板の斜視図である。

【図10】図9の振動板の断面図である。

【図11】本発明にかかる振動板の第4実施例の断面図である。

【図12】本発明にかかる振動板の第5実施例の断面図である。

【図13】本発明にかかる振動板の第6実施例の断面図である。

【図14】図13に示す振動板を用いた圧電型電気音響変換器の中間層の厚みと音圧との関係を示す特性図である。

【図15】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第7実施例の斜視図である。

【図16】図15に示す圧電型電気音響変換器の分解斜視図である。

【図17】図15のA-A線断面図である。

【図18】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第8実施例の分解斜視図である。

【図19】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第9実施例の斜視図である。

【図20】図19に示す圧電型電気音響変換器の分解斜視図である。

【図21】図19のB-B線断面図である。

【図22】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第10実施例の分解斜視図である。

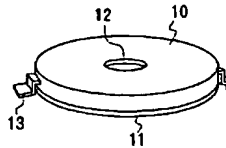
【図23】本発明にかかる圧電型電気音響変換器の第11実施例の分解斜視図である。

#### 【符号の説明】

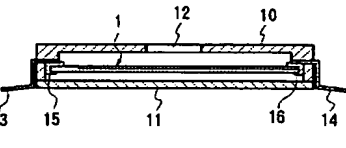
1, 30, 30', 50, 50' 振動板  
2, 3, 31, 32, 51～53 セラミックス層  
4, 5, 33, 34, 54, 55 主面電極

6, 35, 56, 57	13	内部電極	65a, 65b	14	支持剤
10, 60		ケース	66a, 66b		弾性封止剤
11		裏蓋	67a, 67b		導電ペースト
62a, 62b		支持部	68		上蓋
63a, 63b		外部接続用電極	69		放音穴

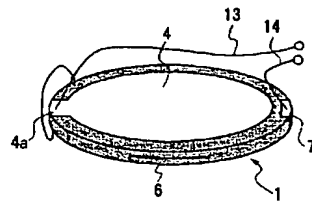
【図 1】



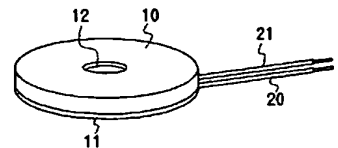
【図 2】



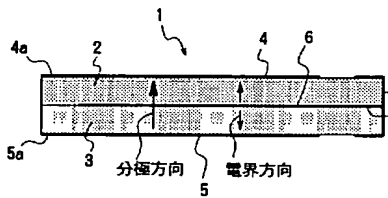
【図 3】



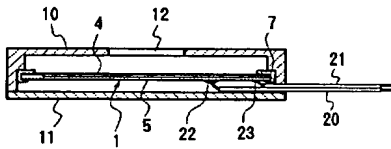
【図 5】



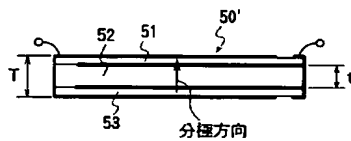
【図 4】



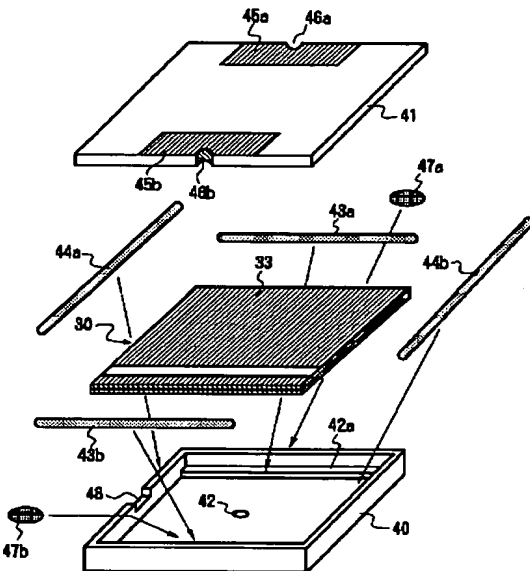
【図 6】



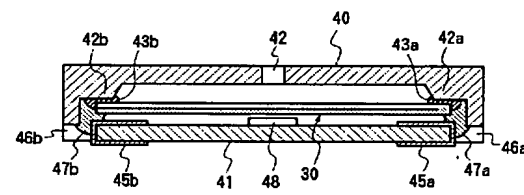
【図 13】



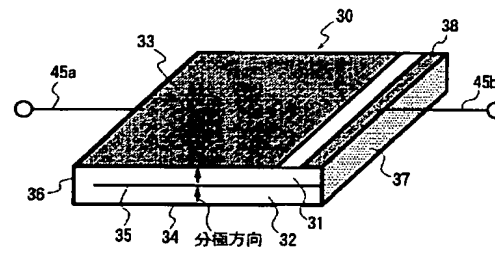
【図 7】



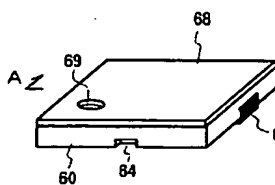
【図 8】



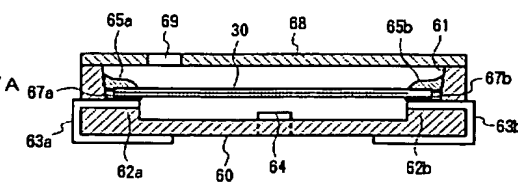
【図 9】



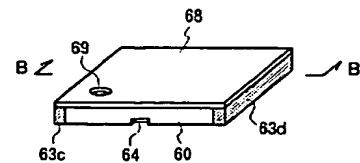
【図 15】



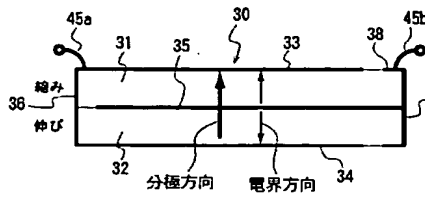
【図 17】



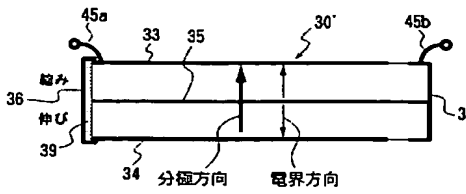
【図 19】



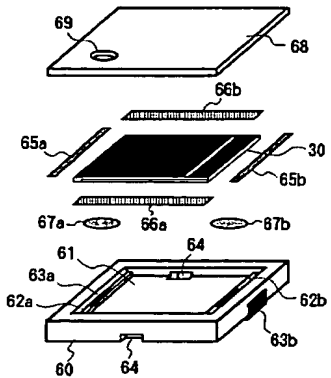
【図10】



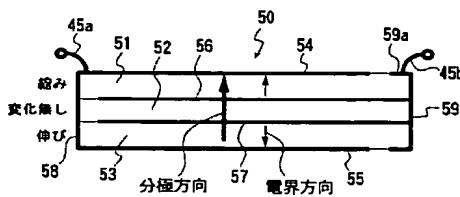
【図11】



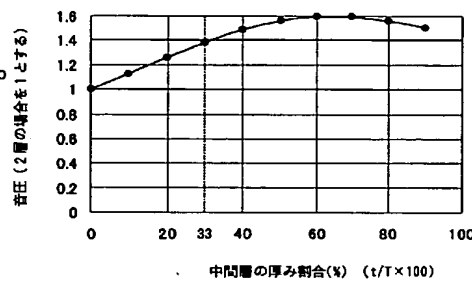
【図16】



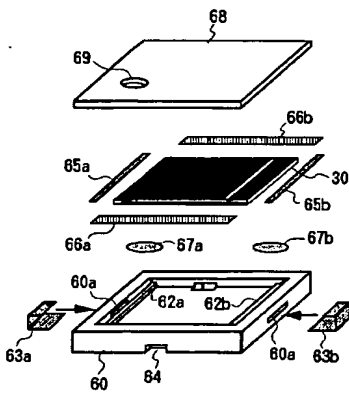
【図12】



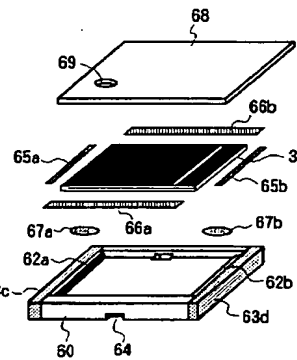
【図14】



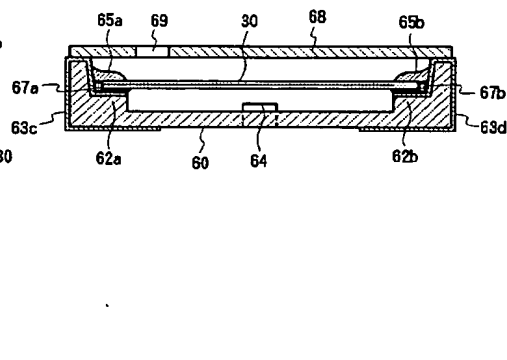
【図18】



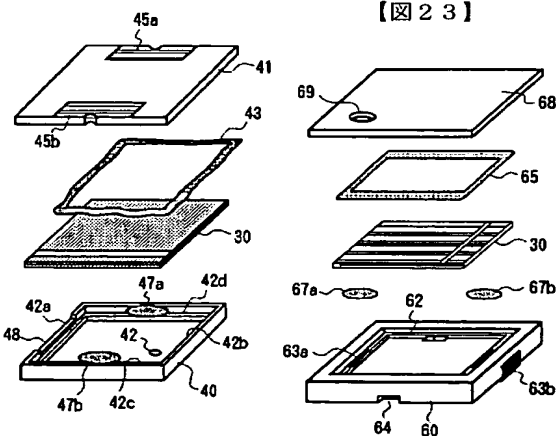
【図20】



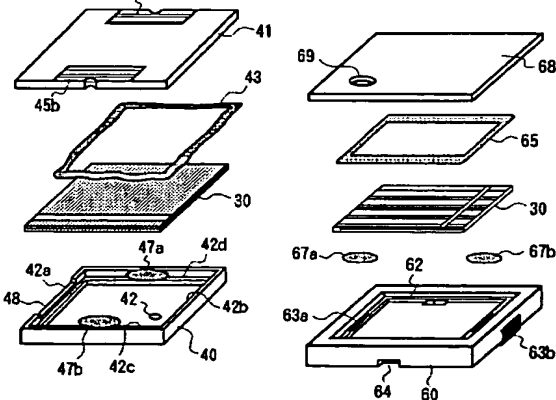
【図21】



【図22】



【図23】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年7月18日(2000. 7. 18)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0013】上記積層体をハウジング内に収容し、圧電受話器や圧電サウダのような発音体として用いる場合、請求項5～8に記載のような構造とすることができる。すなわち、請求項5、6は受話器としての用途に適した例であり、広いレンジの周波数に対応するため、共

振領域以外の領域も使用される。そのため、積層体の振動エネルギーが比較的小さくても変位できるように、積層体の対向する2辺だけをケースに支持し、他の2辺は弾性封止体で変位自在に封止した構造となっている。一方、請求項7、8は圧電サウダなどの用途に適した例であり、単一周波数での大音量に対応するため、共振領域で使用される。この場合には、積層体の振動エネルギーを大きくするため、積層体の4辺すべてをケースに支持した構造となっている。いずれの構造も、積層体の主面電極と内部電極とをリード線を使用せずにハウジングの外部に引き出すことができるので、表面実装部品として構成することができる。

---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 隆  
京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72)発明者 濱田 和朗  
京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内